

BREVET D'INVENTION

P.V. n° 872.139

N° 1.464.551

Classification internationale :

B 23 k

Appareil de soudure à ondes sonores et à ultra-sons.

Société dite : GULTON INDUSTRIES, INC. résidant aux États-Unis d'Amérique.

Demandé le 1^{er} septembre 1961, à 14^h 50^m, à Paris.

Délivré par arrêté du 28 novembre 1966.

*(Bulletin officiel de la Propriété industrielle, n° 1 du 6 janvier 1967.)**(Demande de brevet déposée aux États-Unis d'Amérique le 12 septembre 1960, sous le n° 55.597, au nom de M. Jack B. COOPER.)*

L'invention concerne des appareils de soudure à ondes sonores et à ultra-sons, et plus particulièrement à ce genre d'appareils de soudure qui utilisent des transformateurs mécaniques.

On a trouvé qu'une soudure de ce genre est réalisée dans les meilleures conditions lorsque l'interface et l'outil de soudage sont soumis à des vibrations transversales. Dans la majorité des appareils de soudure à ondes sonores et à ultra-sons, le transducteur et le transformateur mécanique sont soumis à des vibrations de compression et la pointe de l'outil à des vibrations transversales. Ce genre de conversion du mode en compression au mode transversal de vibration n'est pas économique et il a pour résultat une perte considérable dans la conversion d'énergie.

Le demandeur a trouvé que des meilleurs résultats sont obtenus quand le transducteur est soumis à des vibrations en compression et que ces vibrations sont transformées en vibrations transversales (de préférence de cisaillement ou de torsion) d'une partie du transformateur mécanique. A cet effet, il est nécessaire de prévoir un élément terminal approprié à l'extrémité du transformateur mécanique attaché au transducteur, ce qui aura pour conséquence que les ondes de compression seront converties en ondes transversales et se propageront vers le bas à travers l'outil. Le demandeur a constaté qu'il lui a été possible de produire de façon plus efficace qu'avec les moyens connus, des vibrations transversales aux interfaces de la pièce à travailler. On évite ainsi des vibrations en compression de forte amplitude ce qui élimine toute fatigue mécanique de l'outil, de l'extrémité du transformateur mécanique et du joint à souder.

L'un des buts importants de l'invention réside donc dans un transformateur mécanique pour un appareil de soudure du genre sus-mentionné, dans lequel on obtient un transfert maximum d'énergie

quand on convertit l'onde de vibration en compression en onde de vibration transversale.

L'invention a également pour but un tel transformateur mécanique dans lequel les transducteurs de commande vibrent suivant le mode de vibration en compression.

D'autres objets, caractéristiques et avantages ainsi qu'emplois de l'invention ressortiront de la description donnée ci-dessous à titre d'exemple, en corrélation avec le dessin annexé dans lequel :

La figure 1 est une vue élévation latérale d'une forme de réalisation préférée d'un transformateur mécanique conforme à l'invention commandé par plusieurs transducteurs vibrant en compression et dans lequel la conversion des vibrations en compression en vibrations en cisaillement est réalisée dans le transformateur mécanique;

La figure 2 est une vue élévation latérale d'un élément réfléchissant combiné avec un transformateur mécanique d'ondes en cisaillement conforme à l'invention et dans lequel la combinaison est formée par une pièce unique;

La figure 3 est une vue élévation frontale de l'élément combiné de réflexion et de transformateur mécanique d'ondes de cisaillement suivant la figure 2;

La figure 4 est une vue élévation latérale d'une autre forme de réalisation d'un appareil de soudure conforme à l'invention;

La figure 5 est une vue élévation frontale de la forme de réalisation suivant la figure 4;

La figure 6 est une vue élévation frontale d'une autre forme de réalisation d'un appareil de soudure conforme à l'invention;

La figure 7 est une vue élévation latérale de la forme de réalisation représentée à la figure 6;

La figure 8 est une vue élévation latérale, à grande échelle, d'une portion du transformateur mécanique conforme à l'invention et dans lequel

les vibrations en compression sont transformées en vibrations en cisaillement et ensuite en vibrations en torsion;

La figure 9 est une coupe transversale suivant les lignes 9-9 de la figure 8;

La figure 10 est une vue similaire à celle de la figure 8 d'un autre transformateur mécanique conforme à l'invention, dans lequel les vibrations en compression sont transformées en vibrations en cisaillement et ensuite en vibrations en torsion; et,

La figure 11 est une coupe transversale suivant les lignes 11-11 de la figure 10.

Dans les dessins, dans lesquels on a représenté à titre d'exemple diverses formes de réalisation d'un appareil de soudure conforme à l'invention, la référence 20 désigne un générateur de sons qui a été représenté schématiquement. Ce générateur peut être d'un type quelconque des générateurs soniques électroniques qui sont connus dans la technique. Les transducteurs 22, 24 et 50 sont représentés comme étant des cylindres pleins formés avec une matière céramique ferro-électrique telle que le titanate de baryum ou le titanate-zirconate de plomb, mais tout transducteur qui peut être mis en vibration suivant le mode d'ondes de compression (parallèles à l'axe longitudinal du cylindre), peut être employé pour la mise en œuvre de l'invention.

Alors que dans l'exemple représenté, les transducteurs sont cylindriques, ils peuvent avoir d'autres formes, configurations et types, à la condition que la partie du transformateur mécanique en contact avec le transducteur soit mis en vibrations suivant des ondes en compression. Les électrodes 24 et 26 sont appliquées au transducteur 22 de la manière qui est bien connue dans la technique, les électrodes 46 et 48 sont de même appliquées au transducteur 44 et les électrodes 58 et 60 sont appliquées au transducteur 56. Les transducteurs 22 sont fixés au transformateur mécanique effilé 28 à l'aide d'une résine epoxy rigide, ou ils sont assemblés au transformateur mécanique 28 comme cela est représenté et décrit dans la demande de brevet aux États-Unis d'Amérique, Ser. Nr. 731.744, déposée au nom de M. Richard D. McCunigle et qui est cédée à la demanderesse.

Le flasque 30 est prévu pour permettre à l'utilisateur de l'appareil de soudure conforme à l'invention de le monter sur un trolley ou un autre dispositif approprié (non représenté). L'élément réfléchissant 31 est fixé à la petite extrémité du transformateur mécanique 28 comme cela est représenté dans la figure 1, et la surface réfléchissante 32 fait un angle au plus égal à 90° avec l'axe longitudinal du transformateur mécanique 28. Le transformateur mécanique effilé 34 est fixé à l'élément réfléchissant 31 de manière que son axe longitudinal forme un angle de l'ordre de 45° à

120° avec l'axe longitudinal du transformateur mécanique 28. L'angle $\alpha + \beta$ entre les axes longitudinaux des transformateurs mécaniques 28 et 34 peut théoriquement avoir une valeur comprise entre 0 et 135° . Toutefois, lorsque les transformateurs mécaniques sont formés avec des matériaux qui peuvent être utilisés pour cet usage, l'angle $\alpha + \beta$ est compris entre 45 et 120° . α est l'angle de réflexion de l'onde transversale et β est l'angle d'incidence de l'onde longitudinale. L'extrémité ou la pointe de l'outil 36 est représentée comme étant fixée à la petite extrémité du transformateur mécanique 34, mais des appareils de soudure conformes à l'invention peuvent être utilisés sans pointe d'outil. Lorsqu'une telle pointe d'outil telle que la pointe 36 est utilisée, elle est placée ou autrement fixée au transformateur mécanique 34.

On a montré que lorsqu'une onde longitudinale incidente vient frapper un plan, une surface réfléchissante, la réflexion consiste non seulement en une onde longitudinale mais également en une onde transversale de réflexion. Cela est par exemple indiqué en page 23 du volume « Physical Acoustic and the Properties of Solids » par Warren P. Mason, publié par D. Van Nostrand Company, Inc., 1958. Le type particulier d'onde transversale obtenue dépend des propriétés physiques et des limites du milieu. Ceci est dû au fait que ces facteurs déterminent les conditions limites des équations différentielles des mouvements des particules du milieu. Lorsque l'onde transversale pénètre dans une pyramide, les conditions géométriques font qu'il faut envisager un mode de vibration en cisaillement, et lorsque l'onde transversale pénètre dans un cylindre ou un cône, les conditions géométriques font qu'il y a lieu d'envisager un mode de vibration en torsion.

Dans certaines conditions, aucune onde longitudinale n'est réfléchiée par la surface réfléchissante. Ceci a lieu par exemple lorsqu'on utilise du zinc laminé (rapport de Poisson = 0,25) et lorsque l'angle $\alpha + \beta = 90^\circ$, l'angle α étant égal à 30° et l'angle β à 60° . Pour d'autres matériaux, il existe une valeur préférée de l'angle $\alpha + \beta$ qui a pour conséquence qu'aucune onde longitudinale n'est réfléchiée par la surface réfléchissante. Cet angle dépend de la valeur du rapport de Poisson pour le matériau avec lequel l'élément de réflexion est fait.

De bons résultats de transformation sont obtenus lorsque l'angle entre l'axe longitudinal du transformateur mécanique 28 et la surface réfléchissante 32 est de l'ordre de 5 à 35° .

Lorsque le dispositif est en fonctionnement, les transducteurs sonores 22 (fig. 1) sont excités de façon à vibrer suivant des ondes de compression, par voie du générateur d'ondes sonores ou ultrasonores 20. La vibration des transducteurs sonores 22

provoque la vibration suivant des ondes de compression du transformateur mécanique 28 dont la longueur est un multiple entier de la demi-longueur d'onde de l'onde de compression qui y est transmise. Les ondes de compression viennent frapper la surface de réflexion 32 et, à la réflexion, elles sont en majeure partie converties en ondes en cisaillement. Ces ondes sonores en cisaillement sont transmises dans le transformateur mécanique de telle façon que son extrémité la plus faible et la pointe de l'outil qui est fixée si cet outil existe, vibrent suivant le mode en cisaillement. La longueur du transformateur mécanique 34 est un multiple entier de la demi-longueur d'ondes de l'onde en cisaillement qui y est transmise.

Le demandeur a trouvé qu'il était nécessaire de soumettre la petite extrémité du transformateur mécanique 34 et la pointe de l'outil 36 à des vibrations en cisaillement car de bonnes soudures ne sont obtenues que si les matériaux qui sont à souder sont soumis à une vibration du genre transversal. Lorsque la pointe de l'outil est mise en vibration dans le genre compression, il y a une trop forte perte dans la conversion de son énergie en vibrations transversales du matériau à souder. Si on le désire, l'appareil de soudure de la figure 1 peut être commandé par un transducteur sonore unique à la place de plusieurs transducteurs représentés dans cette figure. Dans les figures 5 et 6, on a représenté un appareil de soudure à ondes sonores et ultra-sonores conforme à l'invention, dans lequel on a éliminé le transformateur mécanique vibrant en ondes de compression. Dans cette forme de réalisation, le transducteur sonore 44 est fixé à un élément réfléchissant 49 et il est commandé par le générateur de sons 20 de telle manière qu'il vibre suivant des ondes en compression. Le transformateur mécanique 52 est fixé à l'élément réfléchissant 49 par soudure ou par tout autre moyen, ou encore, ces deux éléments peuvent être formés avec une pièce de matériau unique. La surface réfléchissante 50 fait un angle inférieur à 90° avec l'axe longitudinal du transducteur 44 et l'axe longitudinal du transformateur mécanique 52 fait un angle de l'ordre de 45° à 120° avec l'axe longitudinal du transducteur 44. Cette forme de réalisation peut être utilisée avec ou sans pointe d'outil 54, qui, si elle est utilisée, est brasée ou fixée de toute autre manière appropriée au transformateur mécanique 52.

La forme de réalisation des figures 6 et 7 est analogue à celle des figures 4 à 5 à l'exception près que plusieurs transducteurs sonores 56 sont fixés à l'élément réfléchissant 61. Ces transducteurs 56 sont mis en vibrations en compression par le générateur sonore 20 et l'onde de compression est réfléchiée par la surface réfléchissante 52 de telle manière qu'une onde en cisaillement se

propage dans le transformateur mécanique 64. La pointe de l'outil 65 est fixée à la petite extrémité du transformateur mécanique 64 ainsi que cela a été décrit précédemment.

Étant donné que le transformateur mécanique auquel est fixée la pointe de l'outil est mis en vibrations transversales au lieu de vibrations en compression, des tensions bien moindres sont imposées au joint entre l'outil et le transformateur mécanique et sur les joints entre l'élément réfléchissant et les transformateurs mécaniques. Ceci a pour résultat une efficacité de l'opération qui est plus grande que celle qu'il est possible d'obtenir avec des appareils de soudure qui fonctionnent avec des vibrations en compression.

Les figures 2 et 3 servent à illustrer la théorie qui est à la base des appareils de soudure à ondes sonores et ultra-sonores conformes à l'invention, ainsi qu'à montrer d'autres formes de réalisation d'un transformateur mécanique à ondes en cisaillement utilisé avec les appareils de soudure conformes à la présente invention. A titre d'exemple qui ne doit introduire aucune limitation à l'étendue de l'invention, on a donné ci-dessous certaines caractéristiques pour un transformateur mécanique 38 à ondes en cisaillement et pour l'élément réfléchissant 40 qui sont réalisés à partir d'une pièce unique en zinc laminé.

Le transformateur mécanique 36 peut être fixé au transformateur mécanique 28 de façon à remplacer l'élément réfléchissant 31 et le transformateur mécanique 34. En fait, dans cette réalisation, le transformateur mécanique en ondes en cisaillement et l'élément réfléchissant sont formés avec un matériau d'une pièce. Entre autres, cette construction élimine toute tension aux joints qui existe entre l'élément réfléchissant et le transformateur mécanique de l'onde en cisaillement. La surface de réflexion est désignée par la référence 40 et la pointe de l'outil fixée au transformateur mécanique 38 est désignée par la référence 42. Quand on utilise le transformateur mécanique 28, il est souhaitable que le centre de la surface réfléchissante 40 soit située à plus de 62,5 mm au-dessus de la pièce à travailler. La vitesse de l'onde en cisaillement dans du zinc laminé est donnée dans le manuel « American Institute of Physics », publié par McGraw-Hill en 1957, en pages 3-80, comme étant de $2,44 \times 10^3$ ms. A 20 kilocycles (qui est une fréquence qui produira des soudures satisfaisantes), une longueur d'onde est égale à $2,44 \times 10^3$ divisé par 20×10^3 ou 122 mm environ. Puisque une demi-longueur d'onde est inférieure à 62,5 mm, le transformateur mécanique aura une longueur égale à une longueur d'onde. Ceci est nécessaire car le transformateur mécanique, pour être efficace, doit être un multiple entier d'une demi-longueur d'onde des ondes transmises par ce dernier. La

configuration de la pointe est déterminée par la configuration de la soudure désirée ou par la configuration de la pièce à travailler ou par la configuration de cette dernière et de la soudure. Ainsi, on a trouvé avantageux, dans le cas d'une soudure continue à réaliser, d'avoir une pointe d'outil dont le rapport du profil est de l'ordre de 3 et dont la largeur est d'environ 3,09 mm. Ainsi, en se reportant aux figures 2 et 3, G est égal à 3,9 mm et C est égal à 9,27 mm environ.

On peut dès lors déterminer les autres dimensions de l'outil. La longueur L a été trouvée comme devant être égale à 120 mm environ. L'angle du plan réfléchissant devrait être de 30° (pour le zinc, le rapport de Poisson est égal à 0,25). En conséquence, l'angle β sera de 60°. Le rayon R sera de 8,75 mm environ (le rayon de la petite extrémité du transformateur mécanique). Ceci entraîne pour les dimensions D et E une valeur égale à 17,50 mm.

La dimension $H = L - R = 111,25$ mm.

La longueur totale K est : $H + D = 128,75$ mm.

La valeur A peut être calculée par des moyens trigonométriques :

$A = D \times \tan \alpha$.

Pour cet outil, $A = 17,5 \text{ mm} \times \sqrt{3} = 30,25$ mm.

L'angle Y est donné par :

$$Y = \tan^{-1} \left(\frac{A-C}{2H} \right) = 5,4^\circ.$$

L'angle Z est donné par :

$$Z = \tan^{-1} \left(\frac{E-G}{2E} \right) = 3,44^\circ.$$

Dans l'exemple représenté et défini ci-dessus, la fréquence sonore est de l'ordre de 20 kilocycles. Toutefois, le demandeur a trouvé qu'une soudure par ondes sonores peut être exécutée de façon satisfaisante dans toute la gamme des fréquences sonores, et particulièrement de 10 à 50 kilocycles. A des fréquences plus basses, on peut utiliser des puissances d'entrée plus élevées, alors qu'à des fréquences plus élevées, puisque les dimensions sont plus faibles, on peut exécuter plus facilement un petit travail et un travail délicat.

Les figures 8 et 9 représentent la petite extrémité du transformateur 28, l'élément réfléchissant 31 avec la surface réfléchissante 32, le transformateur mécanique 70 et la pointe de l'outil 76. Le transformateur mécanique 70 comporte une section pyramidale 72 et une section cylindrique 74. Le passage de la section pyramidale 72 à la section cylindrique 74 se fait à un quart de longueur d'onde impair quelconque à partir de la jonction de l'élément réfléchissant 31 et du transformateur mécanique 70. La réflexion d'une onde de compression par la surface réfléchissante 32 a pour conséquence qu'une onde en cisaillement est propagée

dans la section pyramidale 74. Cette onde en cisaillement est transformée en une onde en torsion dans la section cylindrique 74. L'onde en cisaillement devient une onde en torsion en raison des caractéristiques géométriques de la section cylindrique 74. La pointe de l'outil 76 qui est de préférence en forme de disque ou qui peut avoir une forme annulaire vibre également suivant des vibrations en torsion et elle provoque la vibration de l'outil dans un sens transversal. Le caractère de la pièce à travailler et ses dimensions déterminent le type de vibrations transversales qui se propageront dans le matériau avec lequel est fait la pièce à travailler. Les vibrations de la pièce à travailler sont des vibrations en cisaillement à l'exception de cas particuliers d'une pièce à travailler extrêmement fine, d'une pièce circulaire ou d'une pièce ayant de faibles longueurs et de faibles largeurs.

L'invention couvre également un transformateur mécanique 70 qui serait cylindrique suivant toute sa longueur. Dans ce cas, l'onde qui se propage dans ce transformateur et résultant de la réflexion d'une onde en compression par la surface réfléchissante 32, sera une onde en torsion.

Les figures 10 et 11 représentent un transformateur mécanique similaire à celui des figures 8 et 9. Le transformateur mécanique 80 comprend une section pyramidale 82 et une section conique 84. La jonction des sections 82 et 84 se fait à un quart de longueur d'onde impair quelconque à partir de la jonction du transformateur mécanique 80 et de l'élément de réflexion 31. La fonction et le mode opératoire du transformateur mécanique 80 sont les mêmes que ceux du transformateur mécanique 70. La pointe de l'outil 86 a une forme analogue à celle de la pointe d'outil 76.

L'invention a également pour objet la réalisation d'un transformateur mécanique 80, qui aurait une forme conique suivant toute sa longueur. Dans ce cas, l'onde qui se propage dans ce transformateur et qui résulte de la réflexion d'une onde en compression par la surface réfléchissante 32, sera une onde en torsion. Les transformateurs mécaniques à onde transversale des figures 8 à 11 peuvent également être utilisés avec les formes de réalisation des figures 4 à 7.

Dans toutes les formes de réalisation conformes à l'invention, la pointe ou les pointes de l'outil peuvent être supprimées et la soudure peut également être réalisée en plaçant l'extrémité du transformateur mécanique directement en contact avec la pièce à travailler.

Une augmentation du mouvement dans le transformateur mécanique à onde transversale, qui est égale à la racine carrée du rapport de la surface de sa grande extrémité à la surface de sa petite extrémité, est obtenue. En plus de cet accroisse-

ment du mouvement, on obtient également dans les réalisations de l'invention d'autres accroissements si les matériaux des transformateurs mécaniques sont choisis de façon appropriée. Par exemple, lorsque le transformateur mécanique 28 est formé avec un acier et que le transformateur mécanique 34 est fait avec du zinc, on peut obtenir un accroissement supplémentaire. Ceci est dû au fait que l'impédance caractéristique du zinc est plus faible que celle de l'acier inoxydable et l'amplitude croît lorsque l'onde va de l'acier au zinc. En raison de la plus faible vitesse de propagation dans le zinc, l'énergie transmise à travers la limite de l'acier au zinc est moindre que l'énergie incidente. Ainsi, une augmentation de l'amplitude est obtenue aux dépens de l'énergie transférée. Pour les réalisations discutées avec les figures 3 et 4 et utilisant un transformateur mécanique 38 conforme à la figure 1, on a obtenu un accroissement général de 28,7 et, en négligeant les pertes dans la propagation, un maximum de 82 % de l'énergie longitudinale fournie par les transducteurs est disponible sous la forme d'une énergie en cisaillement à la pointe de l'outil.

Dans ce qui précède, on a désigné comme étant un système de transmission d'ondes sonores, l'élément réflecteur et le milieu dans lequel se transmet l'onde transversale. Par exemple, les éléments suivants sont des systèmes de transmission d'ondes sonores : l'élément réfléchissant 31 et le transformateur mécanique 34; l'élément réfléchissant 49 et le transformateur mécanique 52; l'élément réfléchissant 61 et le transformateur mécanique 64; l'élément réfléchissant 31 et le transformateur mécanique 70; et l'élément réfléchissant 31 et le transformateur mécanique 80. Les transducteurs sonores sont reliés mécaniquement au système de transmission d'ondes sonores soit par l'intermédiaire du transformateur mécanique 28 ou par fixation directement à l'élément de réflexion.

RÉSUMÉ

1° Appareil de soudure à vibrations sonores et ultra-sonores comprenant un générateur de vibrations sonores ou ultra-sonores, au moins un transducteur sonore, un premier transformateur mécanique effilé, à la grande base duquel est fixé ledit transducteur sonore, ledit générateur étant relié audit transducteur de manière telle que le transducteur vibre et engendre des vibrations sonores du genre de vibrations en compression et propage une onde sonore, la longueur dudit premier transformateur mécanique effilé étant égale à un multiple entier de la demi-longueur d'onde de cette onde sonore, ledit premier transformateur mécanique effilé étant mis en vibration de compression dans la gamme desdites ondes, l'élément réfléchissant ayant une surface réfléchissante fixée audit trans-

formateur mécanique effilé à la petite base de ce dernier, ladite surface réfléchissante faisant un angle au plus égal à 90° avec l'axe longitudinal dudit premier transformateur mécanique effilé, un second transformateur mécanique effilé fixé par sa grande extrémité audit élément réfléchissant de manière que son axe longitudinal fasse un angle de l'ordre de 45 à 120° avec l'axe longitudinal du premier transformateur mécanique, le second transformateur mécanique effilé étant tel que l'onde sonore s'y propage suivant des vibrations transversales et la longueur de ce second transformateur étant un multiple entier de la demi-longueur d'onde de l'onde sonore qui s'y propage.

2° Formes de réalisation d'un appareil de soudure suivant 1°, caractérisées par les dispositions suivantes prises séparément ou en combinaison :

a. L'appareil de soudure comporte une pointe d'outil fixée à la petite extrémité dudit second transformateur mécanique effilé;

b. Le premier transformateur mécanique effilé, la surface réfléchissante et le second transformateur mécanique effilé sont faits d'une seule pièce;

c. La surface réfléchissante fait un angle de l'ordre de 50 à 35° avec l'axe longitudinal dudit premier transformateur mécanique effilé;

d. L'appareil peut comprendre plusieurs transducteurs sonores fixés à la grande extrémité dudit premier transformateur mécanique effilé, le générateur sonore étant relié à ces transducteurs sonores de telle manière que ces transducteurs sont mis en vibration sonore suivant le mode en compression;

e. Ledit second transformateur mécanique effilé comprend une section pyramidale effilée adjacente à l'élément réfléchissant et une section cylindrique fixée à la petite extrémité de ladite section pyramidale, le second transformateur mécanique effilé étant tel que les ondes sonores qui s'y propagent sont du genre transversal, la longueur du second transformateur mécanique effilé étant un multiple entier de la demi-longueur d'onde de l'onde sonore qui s'y propage alors que la longueur de la section pyramidale effilée est un multiple impair du quart de la longueur d'onde de l'onde sonore qui s'y propage;

f. Le second transformateur mécanique comprend une section pyramidale effilée adjacente à l'élément réfléchissant et une section conique effilée fixée par la grande extrémité à la petite extrémité de ladite section pyramidale, le second transformateur mécanique effilé étant tel que les ondes sonores qui se propagent sont du genre transversal, la longueur dudit second transformateur mécanique effilé étant un multiple entier de la demi-longueur d'ondes de ladite onde sonore qui s'y propage alors que la longueur de la section pyramidale effilée est un multiple impair du quart de la longueur d'onde de cette onde sonore qui s'y propage;

g. Le second transformateur effilé a une forme en pyramide;

h. Le second transformateur mécanique effilé a une forme conique;

i. Ledit second transformateur mécanique est remplacé par un élément cylindrique fixé à l'élément réfléchissant de telle manière que son axe longitudinal fait un angle de l'ordre de 45 à 120° avec l'axe longitudinal dudit premier transformateur mécanique, ledit élément cylindrique étant tel que l'onde sonore qui s'y propage, s'y propage suivant le mode transversal, la longueur dudit élément cylindrique étant un multiple entier de la demi-longueur d'onde de l'onde sonore qui s'y propage.

3° Appareil de soudure à vibrations sonores et ultra-sonores comprenant un générateur de vibrations sonores et ultra-sonores, au moins un transducteur sonore, un transformateur mécanique effilé, un élément réfléchissant ayant une surface réfléchissante fixée à la grande extrémité dudit transformateur mécanique effilé de manière que cette surface de réflexion fasse un angle inférieur à 90° avec l'axe longitudinal du transformateur mécanique effilé, le transducteur sonore étant fixé à la surface réfléchissante et est relié audit générateur sonore de manière que ledit transducteur sonore est mis en vibration dans le sens transversal et transmet les vibrations sonores de compression à ladite surface réfléchissante, ledit transformateur mécanique effilé étant mis en vibration sonore transversale, la longueur du transformateur mécanique effilé étant un multiple entier de la demi-longueur d'onde des ondes sonores qui s'y propagent.

4° Formes de réalisation d'un appareil de soudure suivant 3°, caractérisées par les dispositions suivantes prises séparément ou en combinaison :

a. L'appareil comprend plusieurs transducteurs sonores, ces transducteurs sonores étant fixés à ladite surface réfléchissante et étant reliés audit générateur sonore de manière que lesdits transformateurs sonores sont soumis à des vibrations en compression;

b. L'élément réfléchissant et le transformateur mécanique effilés sont formés d'une pièce;

c. Une pointe d'outil est fixée à la petite extrémité dudit transformateur mécanique effilé;

d. Le transformateur mécanique effilé a une forme en pyramide;

e. Le transformateur mécanique effilé a une forme conique.

5° Appareil de soudure à vibrations sonores et ultra-sonores comprenant un générateur de telles vibrations, au moins un transducteur sonore, un transformateur mécanique effilé, un élément réfléchissant ayant une surface réfléchissante fixée à la grande extrémité dudit transformateur mécanique effilé de manière que cette surface réfléchissante fasse un angle inférieur à 90° avec l'axe longitudinal

dudit transformateur mécanique effilé, ledit transducteur sonore étant fixé à ladite surface réfléchissante et étant relié audit générateur sonore de manière que ledit transducteur vibre transversalement et transmet les vibrations sonores de compression à ladite surface réfléchissante, le transformateur mécanique effilé étant soumis à des vibrations sonores transversales, la longueur du transformateur mécanique effilé étant un multiple entier de la demi-longueur d'onde de l'onde sonore qui s'y propage, le transformateur mécanique effilé comprenant une section pyramidale voisine de l'élément réfléchissant et une section cylindrique fixée à la petite extrémité de ladite section pyramidale, la longueur de cette dernière étant un multiple impair du quart de la longueur d'onde de ladite onde sonore qui s'y propage.

6° Variante d'un appareil suivant 5°, caractérisée par le fait que le transformateur mécanique effilé comprend une section pyramidale effilée voisine de l'élément réfléchissant et une section conique fixée par sa grande base à la petite extrémité de la section pyramidale, la longueur de cette dernière étant un multiple impair du quart de la longueur d'onde de l'onde sonore qui s'y propage.

7° Appareil de soudure à vibrations sonores et ultra-sonores, comprenant un générateur sonore pour ce genre de vibrations, au moins un transducteur sonore, un élément cylindrique, un élément réfléchissant ayant une surface réfléchissante fixée à une extrémité dudit élément cylindrique de manière que la surface réfléchissante fasse un angle inférieur à 90° avec l'axe longitudinal de l'élément cylindrique, le transducteur sonore étant fixé audit élément réfléchissant et étant relié au générateur sonore de telle manière que ce transducteur vibre transversalement et transmet des vibrations sonores en compression à la surface réfléchissante, l'élément cylindrique étant mis en vibrations sonores transversales et sa longueur étant un multiple entier d'une demi-longueur d'onde de l'onde sonore qui s'y propage.

8° Appareil de soudure du genre sus-mentionné, comprenant un générateur sonore, au moins un transducteur sonore, un transformateur mécanique effilé, un élément réfléchissant ayant une surface réfléchissante fixée à la grande extrémité dudit transformateur mécanique effilé de manière que la surface réfléchissante fasse un angle inférieur à 90° avec l'axe longitudinal dudit transformateur mécanique effilé, ledit élément réfléchissant et ledit transformateur mécanique effilé formant ensemble un système de transmission des ondes sonores, ledit transducteur sonore étant relié mécaniquement audit système et étant relié électriquement audit générateur sonore de manière que le transducteur est soumis à des vibrations en compression et transmet les vibrations sonores de compression à ladite

surface réfléchissante, le transformateur mécanique effilé étant soumis à des vibrations sonores transversales et la longueur de ce transformateur mécanique effilé étant un multiple entier de la demi-longueur d'onde de ladite onde sonore qui s'y propage.

9° Appareil de soudure suivant 8°, dans lequel le transformateur mécanique effilé comprend une section pyramidale effilée voisine de l'élément réfléchissant et une section cylindrique fixée à la petite extrémité de la section pyramidale, la longueur de la section pyramidale étant un multiple impair du quart de la longueur d'onde de l'onde sonore qui s'y propage.

10° Appareil de soudure suivant 8° et éventuellement 9°, dans lequel le transformateur mécanique comprend une section pyramidale effilée voisine de l'élément réfléchissant et une section conique effilée fixée par sa grande base à la petite extrémité de la section pyramidale, la longueur de cette dernière section étant un multiple impair du quart de la longueur d'onde de ladite onde sonore qui s'y propage.

11° Appareil de soudure à vibrations sonores et ultra-sonores, comprenant un générateur sonore, au moins un transducteur sonore, un élément cylindrique, un élément réfléchissant ayant une surface réfléchissante fixée à une extrémité dudit élément cylindrique de manière que la surface réfléchissante fasse un angle inférieur à 90° avec l'axe longitudinal dudit élément cylindrique, ce dernier et l'élément cylindrique formant ensemble un système de transmission d'ondes sonores, ledit transducteur sonore étant relié mécaniquement audit système et étant relié électriquement audit générateur de manière que le transducteur vibre en compression et transmet les vibrations sonores de compression à ladite surface réfléchissante, ledit élément cylindrique étant soumis à des vibrations sonores transversales et sa longueur étant un multiple entier de la demi-longueur d'onde de l'onde sonore qui s'y propage.

Société dite : GULTON INDUSTRIES, INC.

Par procuration :

A. DE CARSALADE DU PONT

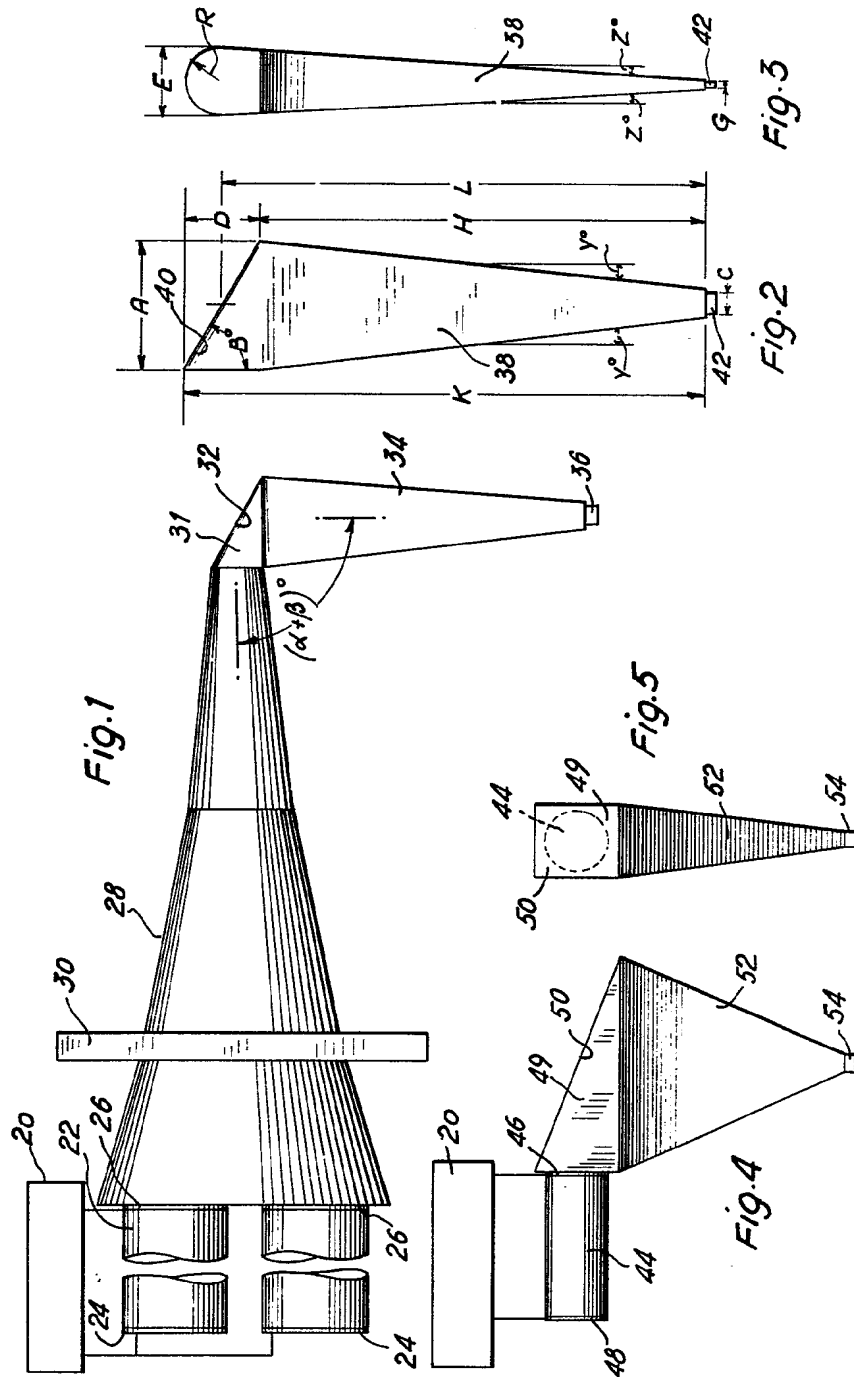


Fig.6

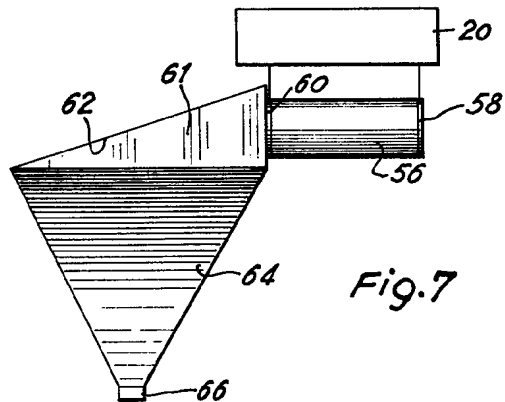
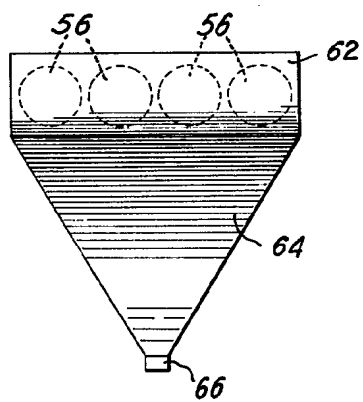


Fig.7

